

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-92732
(P2000-92732A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 2 J 7/02		H 0 2 J 7/02	H 2 G 0 1 6
B 6 0 L 3/00		B 6 0 L 3/00	S 5 G 0 0 3
	11/18		A 5 H 0 3 0
G 0 1 R 31/36		G 0 1 R 31/36	A 5 H 1 1 5
H 0 1 M 10/48		H 0 1 M 10/48	P

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-260033

(22) 出願日 平成10年9月14日 (1998.9.14)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 今井 教志

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 田村 博志

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100071135

弁理士 佐藤 強

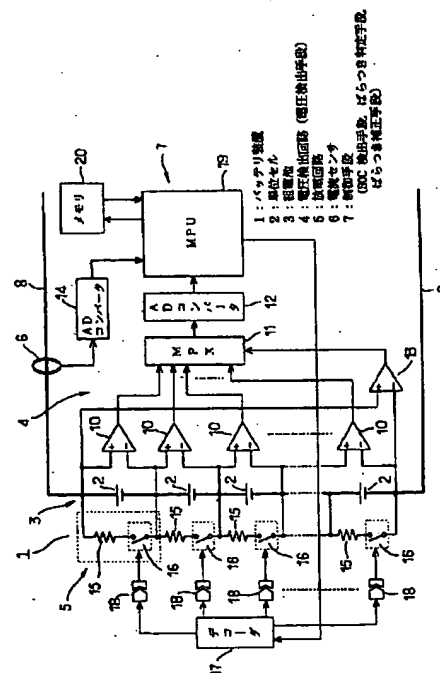
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 組電池のばらつき判定方法及びバッテリー装置

(57) 【要約】

【課題】 単位セル間のSOCのばらつきを効果的に解消しながらも、各単位セルの電圧検出のための回路構成を安価に済ませる。

【解決手段】 リチウム系二次電池からなる多数個の単位電池2を直列に接続して組電池3を構成する。各単位セル2の電圧を夫々検出する差動増幅器10、マルチプレクサ11、ADコンバータ12からなる電圧検出回路4を設ける。各単位セル2に対し、放電抵抗15を有する放電回路5を設ける。制御装置7は、電流センサ6の検出に基づいて組電池3全体のSOCを検出し、そのときの各単位セル2の電圧に基づいて各単位セル2のOCVを求め、組電池3全体のSOCの変化に対する各単位セル2のOCVの変化率が所定値以上のときに、各単位セル2のOCVからSOCを求めてばらつき判定を行う。SOCのばらつきが大きい単位セル2の放電を行ってばらつき補正を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 二次電池からなる複数個の単位セルを直列に接続してなる組電池における、前記単位セル間のSOCのばらつきを判定するための方法であって、前記組電池全体のSOCに対する前記各単位セルの開回路電圧の変化率を検出し、その変化率が所定値を上回っている範囲において、前記各単位セルの開回路電圧に基づいてそれら各単位セル間のSOCのばらつきを判定することを特徴とする組電池のばらつき判定方法。

【請求項2】 二次電池からなる複数個の単位セルを直列に接続してなる組電池における、前記単位セル間のSOCのばらつきを判定するための方法であって、前記組電池全体のSOCを検出し、そのSOCが、0%から第1の値までの第1の範囲、あるいは、第2の値から100%までの第2の範囲にあるときに、前記各単位セルの開回路電圧に基づいてそれら単位セル間のSOCのばらつきを判定することを特徴とする組電池のばらつき判定方法。

【請求項3】 二次電池からなる複数個の単位セルを直列に接続してなる組電池と、この組電池全体のSOCを検出するSOC検出手段と、前記各単位セルの電圧を検出する電圧検出手段と、前記SOC検出手段の検出したSOCに対する前記電圧検出手段の検出電圧から求められる開回路電圧の変化率が所定値を上回ったときに、その開回路電圧に基づいて前記各単位セル間のSOCのばらつきを判定するばらつき判定手段と、このばらつき判定手段の判定に基づいてばらつきの大きい単位セルに対する放電あるいは充電を行って前記各単位セル間のSOCのばらつきを補正するばらつき補正手段とを具備してなるバッテリー装置。

【請求項4】 二次電池からなる複数個の単位セルを直列に接続してなる組電池と、この組電池全体のSOCを検出するSOC検出手段と、前記各単位セルの電圧を検出する電圧検出手段と、前記SOC検出手段により検出されたSOCが、0%から第1の値までの第1の範囲、あるいは、第2の値から100%までの第2の範囲にあるときに、前記電圧検出手段の検出電圧から求められる開回路電圧に基づいて前記各単位セル間のSOCのばらつきを判定するばらつき判定手段と、このばらつき判定手段の判定に基づいてばらつきの大きい単位セルに対する放電あるいは充電を行って前記各単位セル間のSOCのばらつきを補正するばらつき補正手段とを具備してなるバッテリー装置。

【請求項5】 二次電池からなる複数個の単位セルを直列に接続してなる組電池と、基準電圧を発生する基準電圧発生手段と、前記各単位セルの電圧を前記基準電圧と比較する電圧比

較手段と、

この比較手段により単位セルの電圧が基準電圧を上回ったときにその単位セルの放電を行う放電手段とを具備すると共に、

前記基準電圧は、前記単位セルのSOCに対する開回路電圧の変化率が所定値よりも大きくなるところに設定されることを特徴とするバッテリー装置。

【請求項6】 1個の放電手段に対して任意の単位セルを選択的に接続する接続手段を備えることを特徴とする請求項5記載のバッテリー装置。

【請求項7】 前記組電池を構成する単位セルは、リチウムイオンを吸蔵、放出可能な物質からなる正極及び負極を有するリチウム系二次電池から構成されることを特徴とする請求項3ないし6のいずれかに記載のバッテリー装置。

【請求項8】 前記正極はマンガン化合物からなることを特徴とする請求項7記載のバッテリー装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば電気自動車やハイブリッド電気自動車等に採用するに好適する、組電池のばらつき判定方法及びバッテリー装置に関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】近年、地球環境保護等の観点から、電気自動車(EV)やハイブリッド電気自動車(HEV)が注目されてきている。そのうちHEVは、エンジンの効率が低く二酸化炭素や窒素酸化物の排出量の多い低速走行時に電池からの電力で駆動するため、低公害であり、一方、EVほどの大容量の電池を用意しなくても、高速走行時には、エンジンによりガソリン車並みの走行性能を確保することができる特長を有している。ところが、発進時やフル加速時には、電池からの電力を使用するため、電池には高い出力が要求され、またエンジンやモータジェネレータ等の多くの搭載部品により重量が増すことから、小形軽量化が要求される事情は、EVの場合と同様であった。

【0003】そこで、従来の鉛、ニッカドやニッケル水素電池などに代えて、それらの約2〜4倍もの高い重量及び体積エネルギー密度を有するリチウム二次電池を採用することが考えられている。しかしながら、このリチウム二次電池は、過充電や過放電に弱いといった事情があり、規定された電圧の範囲内で使用しないと、材料が分解して著しく容量が減少したり異常な発熱をしたりして、電池として使用できなくなる虞がある。そのため、リチウム二次電池を使用するに際しては、上限電圧及び下限電圧が明確に規定され、必ずその範囲内で使用されるように、定電圧充電制御をしたり保護回路とセットで用いたりすることが行われる。

【0004】ところで、EVやHEVに使用される電池は、モータを駆動するために高い電圧が要求されるの

で、通常、複数の電池(単位セル)を直列に接続した組電池として構成される。例えば300Vの電圧を得るには、単位セルあたり2Vの鉛電池では150個、単位セルあたり1.2Vのニッケル水素電池では250個、また単位セルあたり3.6Vのリチウム二次電池の場合には約80個を直列接続することになる。このように多数の単位セルを直列接続してなる組電池を放電、充電する場合、従来では、組電池の両端の正、負極の端子間電圧を監視しながら充放電を制御していた。

【0005】この場合に問題となるのが、組電池を構成する各単位セルの残存容量(SOC; State of Charge)のばらつきに起因する電圧のばらつきである。組電池を流れる電流はどの単位セルにおいても等しいが、各単位セル毎の性能の個体差や温度の相違によって容量には必ずばらつきが生じるため、各単位セル毎の電圧の変化は異なったものとなる。そのため、組電池の両端電圧を制御しただけでは、あくまでそれを構成する単位セルの平均電圧が制御されているに過ぎず、組電池が下限電圧となるまで放電すれば、平均電圧よりも低い単位セルは過放電となる。また、組電池が上限電圧となるまで充電した場合も、平均電圧よりも高い単位セルでは過充電となる。

【0006】従来の鉛電池やニッカド電池、ニッケル水素電池等においては、一部の単位セルが過放電、過充電となっても性能がやや劣化するだけで使用不能となるに至るものではなく、また、単位セル個々の電圧制御はコスト高を招くことから、組電池の両端電圧を制御するに止まっていたのが一般的であった。

【0007】しかし、リチウム二次電池を直列接続した組電池にあつては、単位セルのうち一つでも過放電(あるいは過充電)となった場合には、上述のように、電池として使用できなくなる虞がある。特に、組電池をEVやHEVの電源として用いる場合には、1個の単位セルが使用不能となることにより、走行が不可能になってしまう虞があるので、個々の単位セルにおける過放電(過充電)も避けなければならない。

【0008】そこで、従来では、その対策として、例えば実開平2-136445号公報に示される技術が考えられている。このものは、放電時には、各単位セルの端子電圧のうち最低値を検出してその最低電圧に基づいて制御を行うようにしている。また、充電時にも、同最高値を検出してその最高電圧に基づいて制御を行うようにしている。これによれば、全ての単位セルが所定の電圧範囲を越えないようにしながら使用することが可能となる。

【0009】ところが、この技術は、最も電圧の低い単位セルを検出して、その単位セルの電圧が下限電圧まで下がったら放電を終了するものであり、その他の多数の単位セルでは、下限電圧まで未だ放電能力が十分に残っている状態で放電が終了されることになる。また、充電

時は最も電圧の高い単位セルを検出して、その単位セルが満充電になったら充電を終了するものであり、その他の多数の単位セルは満充電に至らないまま充電が終了されることになる。つまり、組電池全体としての使用電圧の範囲が狭まってしまって個々の単位セルの容量を十分に活かしきっていないものとなる。特に、例えば1個の単位セルが劣化してその容量が減った場合には、他の単位セルの劣化がなくても、組電池全体としての放電容量が大幅に制限され、継続放電時間が大幅に減少してしまう不具合を招く。

【0010】また、別の技術として、例えば特開平6-253463号公報には、各単位セルに抵抗とスイッチとからなる放電回路(バイパス回路)を並列に接続し、単位セル電圧にばらつきが生じると、電圧の高い方の単位セルに接続された放電回路を閉じて放電させたり、あるいは充電中に充電電流を分流(バイパス)させたりするいわゆるバランス充放電を行い、単位セル間の電圧差を小さくしてばらつきを小さくする方法が開示されている。さらには、特開平5-64377号公報には、各単位セルのSOC(充電状態)を監視し、満充電に達した単位セルは、バイパス回路に充電電流を分流することによって、単位セルを全て満充電の状態に揃え、ばらつきを解消するという方法が開示されている。

【0011】しかしながら、これらの方法を実施するためには、ばらつきの判定を行うために各単位セルのSOCを正確に検出する必要があり、それには、各単位セルの電圧を正確に検出する回路が必要となる。この場合、リチウム電池においては、SOCは開回路電圧(OCV; 充放電電流が0Aの場合の電圧)の関数となるが、例えば4V定格のものにあつては、SOCが80%付近で、SOCに対する開回路電圧の変化率が2.5mV/%とかなり小さいものとなる。従って、例えばSOCを±1%の精度で検出するためには、単位セルの電圧を±2.5mVの精度で検出可能な構成とする必要がある。このため、各単位セルのSOCを正確に検出するためには、各単位セルの電圧検出回路(作動増幅回路やA/D変換器)を高精度で高分解能を備えるものとしなければならず、コストアップの大きな要因になってしまう欠点があった。

【0012】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、複数の単位セルを直列接続した組電池を備えるものにあつて、単位セル間のSOCのばらつきを効果的に解消しながらも、各単位セルの電圧検出のための回路構成を安価に済ませることができ組電池のばらつき判定方法及びバッテリー装置を提供するにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】例えば4V定格のリチウム電池の単位セルにおけるSOCと開回路電圧(OCV)との関係は、図3に示すように、SOCが0%の近

傍(0~10%)の範囲と、100%の近傍(90~100%)の範囲とにおいて、SOCに対するOCVの変化率が大きくなり、それらの中間の範囲では、SOCに対するOCVの変化率が比較的小さくなる。

【0014】本発明者等は、このような単位セルのSOCとOCVとの関係に着目し、SOCに対するOCVの変化率が大きいところで、ばらつき判定を行うようにすれば、単位セルの電圧検出回路の精度や分解能を低くしても、単位セルのSOCを精度良く検出することができることを確認し、本発明を成し遂げたのである。

【0015】即ち、本発明の請求項1の組電池のばらつき判定方法は、組電池全体のSOCの変化に対する各単位セルの開回路電圧の変化率を検出し、その変化率が所定値を上回っている範囲において、前記各単位セルの開回路電圧に基づいてそれら各単位セル間のSOCのばらつきを判定するところに特徴を有する。

【0016】また、本発明の請求項2の組電池のばらつき判定方法は、組電池全体のSOCを検出し、そのSOCが、0%から第1の値までの第1の範囲あるいは第2の値から100%までの第2の範囲にあるときに、各単位セルの開回路電圧に基づいてそれら単位セル間のSOCのばらつきを判定するところに特徴を有する。

【0017】これらによれば、上述のようなSOCに対するOCVの変化率が大きいところで、ばらつき判定が行われるようになるので、単位セルの電圧検出回路の精度や分解能を低くしても、各単位セルのSOCを精度良く検出することができてばらつき判定を正確に行うことができる。従って、請求項1又は請求項2の発明によれば、単位セル間のSOCのばらつきを効果的に解消しながらも、各単位セルの電圧検出のための回路構成を安価に済ませることができるといふ優れた効果を得ることができる。

【0018】本発明の請求項3のバッテリー装置は、二次電池からなる複数個の単位セルを直列に接続してなる組電池全体のSOCを検出するSOC検出手段と、前記各単位セルの電圧を検出する電圧検出手段と、前記SOC検出手段の検出したSOCの変化に対する前記電圧検出手段の検出電圧から求められる開回路電圧の変化率が所定値を上回ったときに、その開回路電圧に基づいて前記各単位セル間のSOCのばらつきを判定するばらつき判定手段と、このばらつき判定手段の判定に基づいてばらつきの大きい単位セルに対する放電あるいは充電を行って前記各単位セル間のSOCのばらつきを補正するばらつき補正手段とを具備する構成に特徴を有する。

【0019】また、本発明の請求項4のバッテリー装置は、二次電池からなる複数個の単位セルを直列に接続してなる組電池全体のSOCを検出するSOC検出手段と、前記各単位セルの電圧を検出する電圧検出手段と、前記SOC検出手段により検出されたSOCが、0%から第1の値までの第1の範囲、あるいは、第2の値から

100%までの第2の範囲にあるときに、前記電圧検出手段の検出電圧から求められる開回路電圧に基づいて前記各単位セル間のSOCのばらつきを判定するばらつき判定手段と、このばらつき判定手段の判定に基づいてばらつきの大きい単位セルに対する放電あるいは充電を行って前記各単位セル間のSOCのばらつきを補正するばらつき補正手段とを具備する構成に特徴を有する。

【0020】これらによれば、ばらつき判定手段は、SOCに対するOCVの変化率が大きいところで、ばらつき判定を行うようになるので、単位セルの電圧を検出する電圧検出手段の精度や分解能を低くしても、各単位セルのSOCを精度良く検出することができてばらつき判定を正確に行うことができる。従って、請求項3又は請求項4の発明によれば、ばらつき補正手段により単位セル間のSOCのばらつきを効果的に解消しながらも、各単位セルの電圧検出のための回路構成を安価に済ませることができるという優れた効果を得ることができる。

【0021】本発明の請求項5のバッテリー装置は、基準電圧を発生する基準電圧発生手段と、組電池を構成する各単位セルの電圧を前記基準電圧と比較する電圧比較手段と、この比較手段により単位セルの電圧が基準電圧を上回ったときにその単位セルの放電を行う放電手段とを具備すると共に、前記基準電圧は、単位セルのSOCに対する開回路電圧の変化率が所定値よりも大きくなるところに設定される構成に特徴を有する。

【0022】これによれば、単位セルの電圧が基準電圧を上回ったときには、その単位セルのSOCのばらつきが大きいと判定でき、その際に放電手段によりその単位セルの放電が行われることによってばらつきの補正が行われるようになる。このとき、基準電圧は、単位セルのSOCに対する開回路電圧の変化率が大きいところに設定されるので、単位セルの電圧検出の精度や分解能を低くしても、ばらつき判定が正確に行われるようになる。従って、単位セル間のSOCのばらつきを効果的に解消しながらも、各単位セルの電圧検出のための回路構成を安価に済ませることができるといふ優れた効果を得ることができる。

【0023】この場合、1個の放電手段に対して任意の単位セルを選択的に接続する接続手段を設けるようにすれば(請求項6の発明)、回路構成をより一層簡単化することができるようになる。

【0024】また、前記組電池を構成する単位セルを、リチウムイオンを吸蔵、放出可能な物質からなる正極及び負極を有するリチウム系二次電池から構成することができ(請求項7の発明)、これにより、鉛、ニッカドやニッケル水素電池などに比べて2~4倍もの高い重量及び体積エネルギー密度を有する組電池を得ることができる。さらには、正極をマンガ化合物から構成したりリチウム系二次電池とすれば(請求項8の発明)、単位セルのSOCの所定範囲において開回路電圧の変化率が顕著

に大きいものとなることが確認されており、本発明をより効果的に実施することができるようになる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明を電気自動車やハイブリッド電気自動車用のバッテリー装置に適用したいいくつかの実施例について、図面を参照しながら説明する。

(1) 第1の実施例

まず、図1ないし図4を参照しながら、本発明の第1の実施例(請求項1, 3, 7, 8に対応)について述べる。

【0026】図1は、本実施例に係るバッテリー装置1の全体の電氣的構成を概略的に示している。ここで、このバッテリー装置1は、大きく分けて、複数個の単位セル2を直列接続してなる組電池3、この組電池3の各単位セル2の端子電圧を検出する電圧検出手段たる電圧検出回路4、ばらつき補正手段の一部として機能し前記各単位セル2の放電を行う放電回路5、SOC検出手段の一部として機能し組電池2に流れる電流を検出する電流センサ6、バッテリー装置1全体を制御するための制御装置7を備えて構成されている。

【0027】前記単位セル2は、この場合、リチウムイオンを吸蔵、放出可能な物質からなる正極及び負極を有し、そのうち正極がマンガン化合物から成るリチウム系二次電池から構成され、1個の標準電圧が例えば4Vとされている。かかるリチウム系二次電池は、鉛、ニッカドやニッケル水素電池などに比べて2~4倍もの高い重量及び体積エネルギー密度を有するものとなっている。

【0028】組電池3は、この単位セル2を多数個(例えば80個)直列に接続して構成され、その両端に接続された正、負側の母線8, 9が、図示しないモータの駆動回路(インバータ回路)あるいは充電装置に接続されるようになっている。尚、前記単位セル2は、その電圧が上限値(例えば4.2V)と下限値(例えば3.0V)との所定範囲内で使用されるようになっている。

【0029】前記電圧検出回路4は、この場合、前記各単位セル2に対しそれらの端子電圧を検出する差動増幅器(オペアンプ)10を夫々接続して構成されており、それら各差動増幅器10の出力(検出電圧信号)が、マルチプレクサ(MPX)11及びADコンバータ12を介して順次前記制御装置7(後述するMPU)に入力されるようになっている。

【0030】尚、前記組電池3全体の電圧を検出する差動増幅器13の出力信号もマルチプレクサ11に入力されるようになっている。また、前記電流センサ6は、前記母線8に流れる電流を検出するようになっており、その検出電流信号がADコンバータ14を介して制御装置7(MPU)に入力されるようになっている。

【0031】そして、前記放電回路5は、前記各単位セル2に対し、放電抵抗15と、リレーやFET等のスイッチング手段16との直列接続回路を夫々並列に接続し

てなり、それらスイッチング手段16が、デコード17により夫々フォトカプラ18を介して信号絶縁状態で制御されてオン、オフするようになっている。前記スイッチング手段16は通常時はオフされており、オンされることにより、その単位セル2の電力が放電抵抗15によって消費され、放電がなされるようになっている。尚、前記放電抵抗15の抵抗値は例えば200Ωとされている。

【0032】さて、前記制御装置7は、MPU(マイクロプロセッサ)19及びメモリ20等から構成されている。MPU19には、上述のように、前記電圧検出回路4の各差動増幅器10, 13からの電圧検出信号がADコンバータ12を介して入力されると共に、前記電流センサ6からの電流検出信号がADコンバータ14を介して入力されるようになっている。また、MPU19は、前記デコード17を介して放電回路5の各スイッチング手段16を制御するようになっている。

【0033】前記メモリ20には、制御用のプログラムや各種データが記憶されている。このとき、本実施例では、このメモリ20には、図3に示すような、単位セル(リチウム系二次電池)2の開回路電圧(OCV; 充放電電流が0Aの場合の電圧)とSOC(充電状態)との関数が、予め例えば実験的に求められて記憶されている。

【0034】図3に示すように、このSOCとOCVとの関係は、SOCが0%の近傍(0~10%)の範囲と、100%の近傍(90~100%)の範囲とにおいて、SOCに対するOCVの変化率が大きくなり、それらの中間の範囲では、SOCに対するOCVの変化率が比較的小さくなるものとなっている。さらに、メモリ20には、図4に示すような、単位セル2の充放電電流と電圧との関数が(ほぼ直線的な関係)、予め例えば実験的に求められて記憶されている。この関数から、開回路電圧E0を求めることが可能とされている。

【0035】後のフローチャート説明にて詳述するように、制御装置7(MPU19)は、そのソフトウェア的構成により、組電池3の単位セル2間のSOCのばらつきの判定を行い、そのばらつき判定に基づいてばらつきの大きい単位セル2に対して放電を行ってばらつきの補正を行うようになっている。

【0036】本実施例に係るばらつき判定方法を実行するにあたっては、制御装置7は、まず、前記電流センサ6の電流検出信号に基づいて組電池3全体のSOCを検出すると共に、そのときの前記電圧検出回路4による各単位セル2の電圧検出信号に基づいて各単位セル2のOCVを求める。そして、組電池3全体のSOCの変化に対する各単位セル2のOCVの変化率が、所定値(例えば20mV/%以上)のとき、即ち図3に示すようにSOCが0%の近傍及び100%の近傍の、SOCに対するOCVの変化率が大きくなるところで、各単位セル2

のOCVからSOCを求めてばらつき判定を行うようになっている。

【0037】さらに、ばらつきの補正は、SOCのばらつきが大きい(例えば最低値よりも10%以上大きい)単位セル2に対応するスイッチング手段16を、デコーダ17を介して一定時間(例えば10h)オンしてその単位セル2を放電することにより行われる。従って、制御装置7は、ばらつき判定手段として機能するようになっていると共に、電流センサ6等と共にSOC検出手段を構成し、放電回路5等と共にばらつき補正手段を構成するようになっている。

【0038】次に、上記構成の作用について述べる。図2のフローチャートは、制御装置7(MPU19)が実行する単位セル2のSOCのばらつき判定及びばらつき補正の処理手順の概略を示している。ばらつき判定を行うにあたっては、まず、ステップS1にて、組電池3全体のSOCが求められると共に、各単位セル2の開回路電圧(OCV)が求められる。

【0039】そのうち組電池3全体のSOCを求めるには、まず電流センサ6により検出された電流値を時間 t_s (例えば10~20ms)周期でサンプリングし、例えば一分間のサンプリングにより得られた n 個の電流値データ $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ から、次の(1)式にて充放電容量 B (Ah)を算出する。

【数1】

$$B = \sum_{k=1}^n (I_k \times t_s) \quad \text{--- (1)}$$

【0040】次に、充電状態; SOC(%)を次の(2)式にて算出する。

$$SOC = SOC_0 + B/C \times 100 \quad \text{--- (2)}$$

但し、 SOC_0 は初期のSOCの値(%), C は組電池3の定格容量(Ah)である。尚、前記初期のSOCの値とは、例えばその日のバッテリー装置1の起動時のSOCの値であり、差動増幅器13により求められる組電池3の全体の電圧等から求められるようになっている。

【0041】一方、個々の単位セル2の開回路電圧(OCV)は、電圧検出回路4の各差動増幅器10により検出された個々の単位セル2の電圧値と、上記電流センサ6により検出された電流値とから、予め記憶されている単位セル2の充放電電流と電圧との関数(図4参照)に基づいて、電流値が0のときの電圧値 E_0 が演算により求められるようになっている。

【0042】次のステップS2では、組電池3全体のSOCに対する、各単位セル2のOCVの変化率が、所定値(例えば ± 20 mV/%)以上であるかどうか判断される。この場合の変化率は、例えばSOCが5%変化する間に、OCVの値がどれだけ変化したかによって求められる。そして、この判断は、個々の単位セル2につ

いて行われ、全ての単位セル2について、OCVの変化率が所定値未満であれば(No)、ステップS1に戻り、同様に組電池3全体のSOC及び各単位セル2のOCVの検出が繰返される。

【0043】OCVの変化率が所定値以上となった単位セル2がひとつでもあった場合には(ステップS2にてYes)、次のステップS3に進む。ステップS3では、各単位セル2のSOC($SOC_1 \sim SOC_n$)が求められる。この各単位セル2のSOCは、各単位セル2のOCVから、図3に示す関数を用いて求めることができる。

【0044】次のステップS4では、上記ステップS3で求められた各単位セル2のSOCのばらつきの大小(許容範囲から外れるか許容範囲内か)の判定が行われる。ここではこの判定は、各単位セル2について、そのSOCの値と全てのSOCのうちの最小値との差が、基準ばらつき値(SOC_{on})以上となるかどうかを判断することにより行われ、基準ばらつき値以上であれば(Yes)ばらつきが大きい(補正が必要)と判定される。この場合、基準ばらつき値は、例えばばらつき補正の目標値が $\pm 5\%$ である場合には、10%とされる。

【0045】そして、SOCの値が基準ばらつき値未満である単位セル2については(ステップS4にてNo)、補正の必要はないので、放電回路5(スイッチング手段16)はオフ状態のままとされる(ステップS5)。これに対し、SOCの値が基準ばらつき値以上である単位セル2については(ステップS4にてYes)、次のステップS6にて、スイッチング手段16が一定時間(例えば10時間)オンされて放電による補正が行われるようになるのである。

【0046】この場合、補正時間(上記一定時間)の決め方の一例をあげると、今、一回の放電でのSOCの補正量を X (%)、単位セル2の定格容量を C (Ah)とすると、例えば $X=2\%$ 、 $C=10$ Ahの場合、
(補正容量) $= C \times (X/100) = 0.2$ (Ah)
単位セル2の電圧を4V、放電抵抗15の抵抗値 R を200 Ω とすると、1個の単位セル2の放電回路5に流れる電流 I (A)は、

$$I = 4/R = 0.02 \text{ (A)}$$

従って、補正時間 T は、 $T = (\text{補正容量})/I = 10$ (h)となる。尚、この補正時間を、一定時間に固定するのではなく、その単位セル2のSOCの値(ばらつきの大きさ)によって変動するように決めても良いことは勿論である。

【0047】以上のような単位セル2のSOCのばらつき判定及びばらつき補正の処理により、SOCが上方に大きくばらついた単位セル2については放電によりばらつきの補正がなされるので、過放電、過充電を防止しながらも、個々の単位セル2の容量を十分に活かしながら組電池3を使用することができる。これにより、組電池

3全体としての使用電圧の範囲を広くして長い継続放電時間を確保することができるのである。

【0048】そして、単位セル2のSOCのばらつき判定を、SOCに対するOCVの変化率が大きいところ（変化率が $\pm 20 \text{ mV}/\%$ 以上のところ）で行うようにしたので、単位セル2の電圧を検出する差動増幅器10の精度やADコンバータ12の分解能を低くしても、各単位セル2のSOCを精度良く（ $\pm 1\%$ の精度）検出することができ、ひいてはばらつき判定を正確に行うことができる。

【0049】この場合、図3で例えばSOCが80%のところSOCの検出を行うことを考えると、このSOCが80%付近では、SOCに対するOCVの変化率が最低（ $\pm 2.5 \text{ mV}/\%$ ）であるため、SOCを1%の精度で検出しようとすれば、単位セル2の電圧を $\pm 2.5 \text{ mV}$ の精度つまり本実施例の8倍の精度で検出しなければならない。このことは、言換えれば、本実施例のばらつき判定方法では、精度や分解能が高い電圧検出回路を用いれば、より高精度にSOCを検出でき、ばらつきの判定をより正確に行うことができることを意味している。

【0050】このように本実施例によれば、複数個の単位セル2を直列接続した組電池3を備えるものにおいて、単位セル2間のSOCのばらつきを効果的に解消しながらも、各単位セル2の電圧検出のための回路構成を安価に済ませることができるという優れた実用的効果を奏するものである。

【0051】(2) 第2の実施例

次に、本発明の第2の実施例（請求項2, 4, 7, 8に対応）について、図5を参照しながら説明する。この実施例が上記第1の実施例と異なる点は、制御装置7のソフトウェア的構成の一部にある。従って、図1に示したバッテリー装置1のハードウェア的構成等については、上記第1の実施例と共通するので、第1の実施例と同一部分には同一符号を付して、新たな図示及び詳しい説明を省略することとする。

【0052】図5に示すように、本実施例においては、各単位セル2のSOCのばらつき判定を行う際には、上記第1の実施例と同様に、まず組電池3全体のSOCを検出すると共に、各単位セル2のOCVを検出する（ステップS1）。そして、次のステップS11にて、検出された組電池3全体のSOCが、0%から10%（第1の値）までの第1の範囲、あるいは、90%（第2の値）から100%までの第2の範囲にあるかどうか判断される。尚、前記第2の値を95%とすれば、より好ましいものとなる。

【0053】そして、組電池3全体のSOCが、上記第1の範囲又は第2の範囲のいずれかにある場合に（ステップS11にてYes）、上記第1の実施例と同様に、各単位セル2のSOCの検出（ステップS3）、ばらつ

きの大小の判定（ステップS4）、ばらつき補正（ステップS6）が行われるのである。ここで、図3に示したように、SOCが0%の近傍（0~10%）の第1の範囲と、100%の近傍（90~100%）の第2の範囲とにおいては、それらの中間の範囲に比べて、SOCに対するOCVの変化率が大きく（20~45 mV/%）なる。

【0054】従って、この実施例によっても、単位セル2のSOCのばらつき判定を、SOCに対するOCVの変化率が大きいところ（変化率が $\pm 20 \text{ mV}/\%$ 以上のところ）で行うようにしたので、単位セル2の電圧を検出する差動増幅器10の精度やADコンバータ12の分解能を低くしても、各単位セル2のSOCを精度良く（ $\pm 1\%$ の精度）検出することができ、ひいてはばらつき判定を正確に行うことができる。この結果、単位セル2間のSOCのばらつきを効果的に解消しながらも、各単位セル2の電圧検出のための回路構成を安価に済ませることができるという効果を得ることができるものである。

【0055】(3) 第3の実施例

本発明の第3の実施例（請求項3, 4, 7, 8に対応）について、図6を参照しながら説明する。この図6は、本実施例に係るバッテリー装置21の全体の電氣的構成を概略的に示している。このバッテリー装置21は、上記第1の実施例と同様に、リチウム系二次電池からなる単位セル2を直列接続してなる組電池3を備えて構成されている。

【0056】このとき、前記各単位セル2の正側の端子が、正側マルチプレクサ22に接続され、前記各単位セル2の負側の端子が、負側マルチプレクサ23に接続されている。これらマルチプレクサ22及び23は、カウンタ24からの一定時間間隔の信号に基づいて、前記各単位セル2の正負の端子に対する接続の切替を1個ずつ順に行い、それらの出力端子から各単位セル2の電圧を順次出力するようになっている。尚、これらマルチプレクサ22, 23及びカウンタ24は、接続手段として機能するようになっている。

【0057】そして、前記正側マルチプレクサ22の出力端子と、負側マルチプレクサ23の出力端子との間には、電圧比較手段たる電圧比較回路25、放電手段たる1個の放電回路26、異常検出回路27が並列に接続されている。このうち電圧比較回路25は、差動増幅器28及び基準電圧発生手段たる定電圧回路29を備え、差動増幅器28の正側の入力端子が前記正側マルチプレクサ22の出力端子にお接続され、差動増幅器28の負側の入力端子が定電圧回路29の正側端子に接続され、定電圧回路29の負側端子が前記負側マルチプレクサ23の出力端子に接続されている。

【0058】この場合、前記定電圧回路28は、これを越えればばらつきが大きい（補正の必要がある）と判定

するための基準電圧 V_f を発生するようになっている。その基準電圧 V_f は、単位セル2のSOCに対するOCVの変化率が所定値（例えば $\pm 20\text{mV}/\%$ ）よりも大きくなると、例えば4.15V（図3でSOCが95%に相当するOCV）に設定されている。これにて、電圧比較回路25（差動増幅器28）は、各単位セル2の電圧を基準電圧 V_f と比較し、各単位セル2の電圧が基準電圧 V_f よりも大きいときには、ハイレベル信号を出力するようになっている。

【0059】前記放電回路26は、放電抵抗30と、リレーやFET等のスイッチング手段31との直列接続回路からなり、前記スイッチング手段31は、前記差動増幅器28の出力信号によりオン、オフされるようになっている。このとき、差動増幅器28からのハイレベル信号によりスイッチング手段31がオンされると、マルチプレクサ22、23に選択的に接続状態にある単位セル2の電力が、放電抵抗30によって消費され、放電がなされるようになっている。

【0060】さらに、前記異常検出回路27は、差動増幅器32及び定電圧回路33を備え、差動増幅器32の正側の入力端子が前記正側マルチプレクサ22の出力端子にお接続され、差動増幅器32の負側の入力端子が定電圧回路33の正側端子に接続され、定電圧回路33の負側端子が前記負側マルチプレクサ23の出力端子に接続されている。この場合、定電圧回路33は、異常判断基準電圧 V_+ を発生するようになっており、その異常判断基準電圧 V_+ は、単位セル2の使用上限範囲である4.2Vよりも若干大きい4.25Vに設定されている。

【0061】これにて、異常検出回路27（差動増幅器31）は、各単位セル2の電圧を異常判断基準電圧 V_+ と比較し、各単位セル2の電圧が異常判断基準電圧 V_+ よりも大きいときには、ハイレベル信号（異常信号）を出力するようになっている。この異常信号は、信号絶縁手段たるフォトカプラ34を介して図示しないコントローラに入力されるようになっている。

【0062】上記構成においては、カウンタ24からの一定時間間隔の制御信号に基づいて、マルチプレクサ22、23により各単位セル2の電圧が、順番に電圧比較回路25にて基準電圧 V_f と比較される。そして、電圧が基準電圧 V_f よりも大きい単位セル2については、SOCのばらつきが大きいと判定でき、その単位セル2が接続されている間だけ放電回路26により放電が行われてばらつきの補正が行われるのである。

【0063】このとき、前記基準電圧 V_f は、単位セル2のSOCに対するOCVの変化率が大きいところに設定されるので、単位セル2の電圧検出の精度や分解能を低くしても、ばらつき判定を正確に行うことができ、ばらつき補正を効果的に行うことができるのである。さらには、異常検出回路27により、各単位セル2の電圧が

異常判断基準電圧 V_+ と比較され、各単位セル2の電圧が異常判断基準電圧 V_+ よりも大きいときには異常と判断されるので、単位セル2の過充電が未然に防止されるようになるのである。

【0064】従って、本実施例によれば、単位セル2間のSOCのばらつきを効果的に解消しながらも、各単位セル2の電圧検出のための回路構成を安価に済ませることができるといった優れた効果を得ることができる。また、この実施例では、ハードウェア的構成によりばらつき判定を行うようにしたので、ADコンバータやMPU等を不要とすることができ、回路構成が簡単で安価に済ませることができる。しかも、特に本実施例では、1個の放電回路26（放電抵抗30）に対して任意の単位セル2を選択的に接続する構成としたので、回路構成をより一層簡単に済ませることができるといった利点を得ることができるものである。

【0065】尚、上記各実施例では、単位セル2のSOCが上方にばらついたときに、その単位セル2の放電を行うことによりばらつき補正を行うように構成したが、例えば個々の単位セル2に対して充電を行うことが可能な充電回路を設け、SOCが上方にばらついたときに、その単位セル2に対して充電を行ってばらつき補正を行う構成としても良い。

【0066】その他、本発明は上記した各実施例に限定されるものではなく、例えば単位セルとしては1個のリチウム系二次電池に限らず、2個以上の電池を並列接続したものであっても良く、また、電気自動車やハイブリッド電気自動車以外にも各種の用途のバッテリー装置に適用することができ、さらには、上記した実施例の各具体的数値等はあくまでも一例に過ぎない等、要旨を逸脱しない範囲内で適宜変更して実施し得るものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示すもので、バッテリー装置の電気的構成を示す図

【図2】SOCのばらつき判定及びばらつき補正の手順を示すフローチャート

【図3】単位セル（リチウム系二次電池）のSOCとCOVとの関係を示す図

【図4】単位セルの充放電電流と電圧との関係を示す図

【図5】本発明の第2の実施例を示す図2相当図

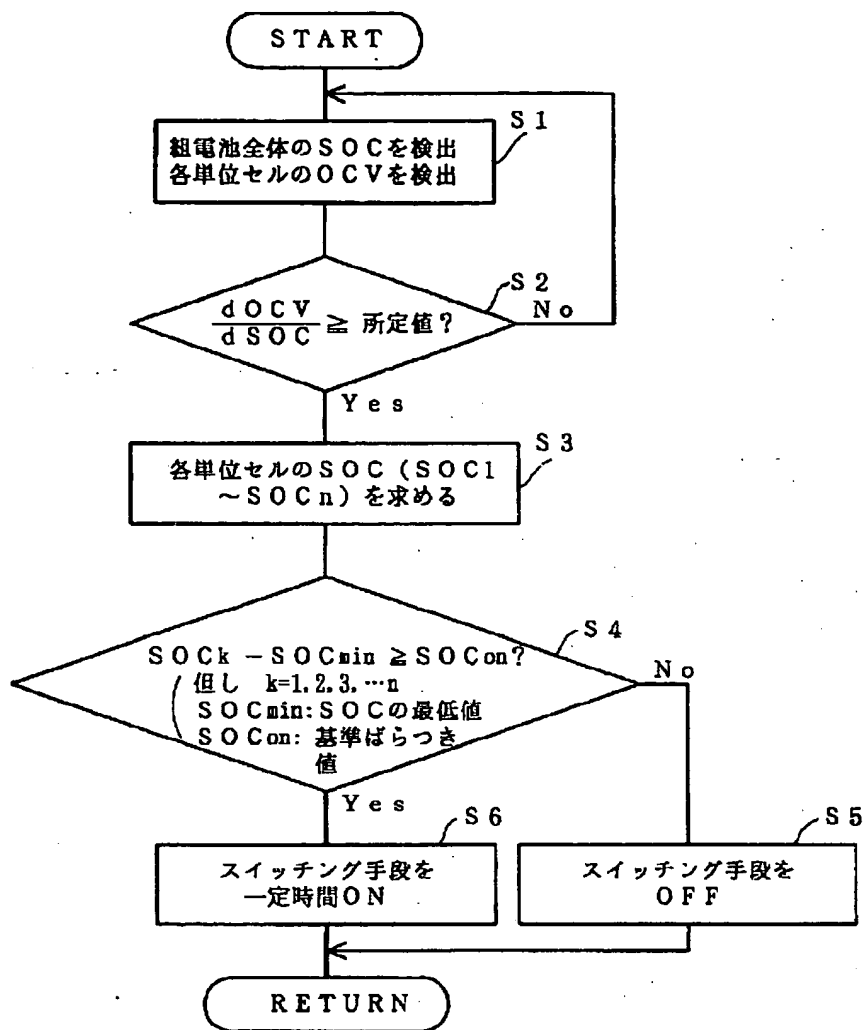
【図6】本発明の第3の実施例を示す図1相当図

【符号の説明】

図面中、1、21はバッテリー装置、2は単位セル、3は組電池、4は電圧検出回路（電圧検出手段）、5は放電回路、6は電流センサ、7は制御装置（ばらつき判定手段、ばらつき補正手段）、10は差動増幅器、12はADコンバータ、15は放電抵抗、19はMPU、20はメモリ、22、23はマルチプレクサ（接続手段）、24はカウンタ、25は電圧比較回路（電圧比較手段）、26は放電回路（放電手段）、27は異常検出回路、2

SOC (%)	OCV (V)
0	3.45
10	3.75
20	3.80
30	3.85
40	3.90
50	3.95
60	3.98
70	4.00
80	4.02
90	4.04
95	4.05
100	4.15

【図2】



【図5】

